

METHODS AND DEVICES FOR DETERMINING THE CONTACT ANGLE OF A DROP OF LIQUID PLACED ON A SUBSTRATE

Patent number: DE69000920T
Publication date: 1993-06-03
Inventor: MARTIN PHILIPPE (FR); LE BOUDEC GILLES (FR)
Applicant: PHOTONETICS (FR)
Classification:
 - international: G01N13/02
 - european: G01N13/02
Application number: DE19906000920T 19900404
Priority number(s): FR19890004530 19890406

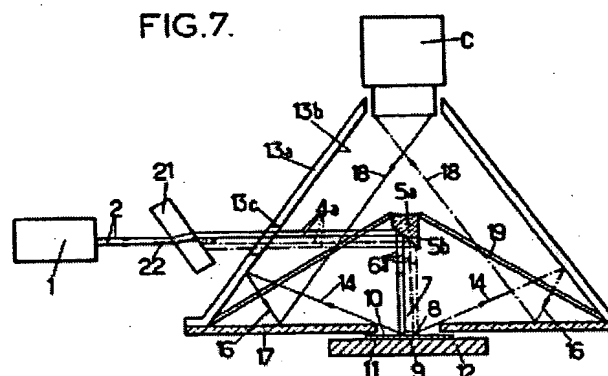
Also published as:

EP0391801 (A)
 US5115677 (A)
 JP2287236 (A)
 FR2645645 (A)
 EP0391801 (B)

Report a data error he

Abstract not available for DE69000920T
 Abstract of corresponding document: **US5115677**

The invention relates to improvements to methods and devices for determining the contact angle of a drop of liquid placed on a substrate. The device comprises: a support 12 for a substrate 11 which receives a drop of liquid 9; a light source 1; optical means, formed for example by a plate with parallel faces 21 rotatable about its axis 22 and whose inclination with respect to the axis may be modified, with a reflecting prism 5a, for forming a primary beam 6a, advantageously annular, striking the interface 8 between drop and substrate; a receiving surface 13a, 13b formed by a reflection diffusing surface; a reflecting surface 17; and a camera C.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⁹ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑤¹ Int. Cl.⁵:
G 01 N 13/02

⑧⁷ EP 0 391 801 B1

⑩ DE 690 00 920 T 2

②¹ Deutsches Aktenzeichen:	690 00 920.8
⑧⁵ Europäisches Aktenzeichen:	90 400 927.1
⑧⁵ Europäischer Anmeldetag:	4. 4. 90
⑧⁷ Erstveröffentlichung durch das EPA:	10. 10. 90
⑧⁷ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	17. 2. 93
④⁷ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	3. 6. 93

DE 690 00 920 T 2

③⁰ Unionspriorität: ③² ③³ ③¹

06.04.89 FR 8904530

⑦³ Patentinhaber:

Photonetics S.A., Marly le Roi, FR

⑦⁴ Vertreter:

Meinke, J., Dipl.-Ing.; Dabringhaus, W., Dipl.-Ing.;
Meinke, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 4600 Dortmund

⑧⁴ Benannte Vertragsstaaten:

BE, DE, GB, IT, LU, NL, SE

⑦² Erfinder:

Martin, Philippe, F-94260 Fresnes, FR; Le Boudec,
Gilles, La Roseaie, F-78750 Mareil Marly, FR

⑤⁴ Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Randwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem Substrat.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 00 920 T 2

EP 90 400 327.1-2204

Die Erfindung betrifft die Messung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem Substrat, das fest oder flüssig und horizontal angeordnet ist.

Man weiß, daß man aus dem Wert des Winkels zwischen einem Flüssigkeitstropfen und der horizontalen Oberfläche eines den Tropfen tragenden Substrates bestimmte Eigenschaften des Substrates ableiten kann, insbesondere seine Benetzbarkeit und seinen Oberflächenzustand, nützliche Eigenschaften in der Grundlagen- oder Anwendungsforschung.

Das Patent FR-A-2.574.180 des Centre Nationale de la Recherche Scientifique, welches die prinzipiellen Anwendungen der Kontaktwinkelmessung erwähnt, beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem horizontalen Substrat, fest oder flüssig, bei dem

man rechtwinklig zum Substrat ein erstes Bündel parallelen Lichtes zur Beleuchtung einer Gesamtzone richtet, die vom Flüssigkeitstropfen und dem horizontalen Substrat gebildet ist (einer Zone, die die Zwischenfläche zwischen dem Umfang des Tropfens und dem Substrat umgibt), wodurch

durch die gegenseitige Wirkung von Tropfen und Substrat ein zweites Bündel erzeugt wird, und

man die Erstreckung des Beleuchtungsüberganges mißt, welchen das zweite Bündel darstellt, in Übereinstimmung mit dem Umfang des Tropfens auf einer dieses zweite Bündel auffangenden Empfangsoberfläche.

Die Anwendung des Verfahrens und der Vorrichtung nach dem vorzitierten Patent, welche im allgemeinen im Falle einer visuellen Beobachtung der Empfangsoberfläche, die dann eine mattierte Oberfläche ist, ausreichende Ergebnisse liefert, erlaubt es jedoch nicht, im Falle des Gebrauchs einer Kamera zur Visualisierung des Beleuchtungsüberganges für alle Paare Tropfen-Substrat genaue Messungen zu bewirken, insbesondere wenn der Kontaktwinkel zwischen dem Tropfen und der Oberfläche des Substrates relativ groß ist, z.B. nahe 45° , und/oder wenn das Substrat sehr diffundierend ist.

In der Tat ist es im Falle eines kleinen Kontaktwinkels, wie in Fig. 1 dargestellt, möglich, mit einer Vorrichtung der in dem vorzitierten Patent 2.574.180 beschriebenen Art eine visuelle Prüfung durch ein durch eine Kamera C aufgenommenes photographisches Bild zu ersetzen, dies ist jedoch keineswegs mehr der Fall bei einem Kontaktwinkel von ungefähr 45° , wie in Fig. 2 dargestellt ist, und zwar aus dem folgenden Grunde:

Die Figuren 1 und 2 geben genau, aber vereinfachend die Figur 8 des vorzitierten Patentes wieder.

In den Figuren 1 und 2 wird gezeigt:

mit 1 ein Laser, der ein Bündel 2 horizontaler und paralleler Strahlen emittiert

mit 3 ein afokisches optisches System, das eine Vergrößerung des Bündels 2 in ein aufgeweitetes Bündel 4 ermöglicht, das aber gleichermaßen horizontale und parallele Strahlen aufweist, wobei das afokische optische System detailliert nur in Fig. 1 dargestellt ist, die eine plan-konkave Linse 3a und eine plan-konvexe Linse 3b zeigt,

mit 5 ein Umkehrspiegel, der um 45° zur Vertikalen geneigt ist und durch Reflektion das erste Bündel 6 parallelen Lichtes in einer vertikalen Richtung erzeugt, welches auf einer zu beobachtenden Gesamtheit eine Zone 7 beleuchtet, die den Zwischenraum zwischen dem Umfang 8 des Tropfens 9 und der horizontalen Oberfläche 10 des Substrates 11 umschließt, das z.B. fest ist und von einem Probenhalter 12 entferntbar getragen ist und

mit 13 eine Empfangsoberfläche, die das zweite Bündel 14 aufnimmt, das aus der gegenseitigen Wirkung des ersten Bündels mit dem Tropfen 9 und dem Substrat 11 resultiert.

In den Figuren 1 und 2 sind speziell gezeigt: in den ersten Bündeln 6 und zweiten Bündeln 14 die Strahlen, die auf den Umfang 8 des Tropfens 9 gerichtet sind und aus diesem herausgehen, d.h. aus der Zwischenfläche Tropfen-Substrat, der Winkel dieser Strahlen 14 des zweiten Bündels mit der Vertikalen, dann der Winkel mit den Strahlen 6 des ersten Bündels, welcher das Doppelte (2θ) des Kontaktwinkels Tropfen-Substrat ist, der mit θ bezeichnet ist.

Wenn eine Kamera C im Falle der Fig. 1, wenn der Kontaktwinkel θ relativ klein ist (z.B. 10 bis 20° nicht übersteigt), einen großen Teil der Strahlen, solche wie 15, empfangen kann, die aus der Empfangsoberfläche 13 herauskommen und mit den Strahlen 14 des zweiten Bündels, die aus dem Umfangsbereich 8 des Tropfens 9 stammen, korrespondieren, so ist dies keineswegs mehr so im Falle der Fig. 2, wenn der Kontaktwinkel θ' relativ nahe an 45° liegt, z.B. in der Größenordnung von 40° und somit der Winkel $2\theta'$ in der Größenordnung von 80° , denn dann empfängt die Kamera C praktisch keine Strahlen 15' mehr, die aus der Empfangsoberfläche 13 herauskommen und mit den Strahlen des zweiten Bündels 14 korrespondieren, die aus dem Umfangsbereich 8 des Tropfens 9 stammen.

Wenn folglich der mit dem Umfangsbereich 8 des Tropfens 9 korrespondierende Beleuchtungsübergang mit der Kamera C ge-

mäß Fig. 1 leicht empfangbar ist, die zahlreiche Strahlen von der Oberfläche 13 empfängt, so ist jedoch dieser Bereich schwierig zu beobachten mit der Kamera C gemäß Fig. 2, die nur sehr wenige Strahlen empfängt, die aus dieser Oberfläche 13 herauskommen.

Um es zu erlauben, mittels einer Kamera den mit dem Umfangsbereich des Tropfens korrespondierenden Beleuchtungsübergang unter hervorragenden Bedingungen zu beobachten, selbst für einen relativ großen Kontaktwinkel, der bis zu etwa 45° betragen kann, sieht man erfindungsgemäß vor, die Empfangsoberfläche des zweiten Bündels aus einer diffundierenden Reflektionsoberfläche zu bilden und eine reflektierende Oberfläche anzuordnen, um das aus dieser Empfangsoberfläche heraustretende Licht gegen die Kamera zurückzuschicken, derart, daß auf dem Objektiv derselben wenigstens die Mehrheit der Strahlen konzentriert werden, die das zweite Bündel bilden und insbesondere mit dem Umfangsbereich des Tropfens korrespondieren.

Die Erfindung betrifft zuerst ein Verfahren zur Bestimmung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem Substrat für Kontaktwinkel kleiner als 45° , wobei rechtwinklig zum Substrat ein erstes Bündel parallelen Lichtes zum Beleuchten einer Zone gerichtet wird, die die Zwischenfläche zwischen dem Umfang des Tropfens und dem Substrat

einschließt, um die Zone des Beleuchtungsüberganges zu bestimmen, den ein zweites Bündel darstellt, das aus der gegenseitigen Wirkung des ersten Bündels mit dem Tropfen und dem Substrat resultiert, auf wenigstens einer Empfangsoberfläche, die dieses Bündel abfängt, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsoberfläche eine diffundierende Reflektionsoberfläche ist, daß man eine reflektierende Oberfläche vorsieht, die im Inneren der diffundierenden Empfangsoberfläche angeordnet ist, um die aus der diffundierenden Empfangsoberfläche austretenden Lichtstrahlen zurückzuschicken, und daß die durch die reflektierende Oberfläche reflektierten Strahlen in einer Kamera gesammelt werden.

Die Erfindung betrifft gleichermaßen eine Vorrichtung zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens mit einem Stützelement zur horizontalen Halterung eines Substrates, auf dem ein Flüssigkeitstropfen angeordnet ist, mit einer mit optischen Mitteln verbundenen Lichtquelle zur Bildung eines von der Lichtquelle ausgehenden ersten Bündels parallelen Lichtes, das rechtwinklig auf das Substrat gerichtet wird, mit wenigstens einer Empfangsoberfläche, die das Substrat zum Auffangen des rückwärts gerichteten zweiten Bündels umgibt, das durch die gegenseitige Wirkung des ersten Bündels mit dem Tropfen und dem Substrat erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsoberfläche von einer diffundierenden Reflektionsoberfläche gebildet ist, daß

man eine reflektierende Oberfläche im Inneren der diffundierenden Empfangsoberfläche zum Reflektieren des Bündels von Strahlen, die durch die diffundierende Empfangsoberfläche zurückgeschickt werden, anordnet und daß eine Kamera vorgesehen ist, die zur Sammlung der durch die reflektierende Oberfläche reflektierten Strahlen angeordnet ist.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise näher, aber keineswegs einschränkend beschrieben.

Die Fig. 1 und 2, die bereits weiter oben gebraucht worden sind, zeigen schematisch die Probleme beim Gebrauch einer Vorrichtung nach Fig. 8 des vorzitierten französischen Patentes auf, wenn man eine Kamera zur Beobachtung der Empfangsoberfläche des zweiten Bündels gebrauchen will, jeweils im Falle eines relativ geringen und relativ großen Kontaktwinkels.

Die Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung gemäß der Erfindung.

Die Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform der Erfindung.

Die Fig. 5 zeigt die gestellten Probleme beim Einsatz einer Vorrichtung nach dem vorzitierten französischen Patent und nach den Figuren 3 und 4 dieser Patentschrift, wenn das Substrat aus einem diffundierenden Material besteht.

Die Fig. 6 zeigt schematisch, wie dieser Nachteil durch den Einsatz einer zusätzlichen erfindungsgemäßen Ausgestaltung vermieden werden kann.

Die Fig. 7 schließlich zeigt die Anwendung der Ausgestaltung nach Fig. 6 bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei die Fig. 7 eine Variante der Fig. 3 darstellt.

Gemäß der Erfindung und spezieller gemäß ihrer Anwendungsarten, sowie gemäß ihrer Ausführungsformen verschiedener Teile, denen besonderer Vorzug gegeben wird, wird vorgeschlagen, beispielsweise Verbesserungen bei Verfahren und Vorrichtungen zur Bestimmung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens auf einem Substrat zu verwirklichen, wobei diese Verbesserungen in der nachfolgenden oder einer analogen Weise ausgeführt sein sollen.

Eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 3 dargestellt. In Fig. 3 ist ein Laser 1 gezeigt, der ein Bündel 2 horizontaler und paralleler Strahlen emittiert, welches durch ein afokisches optisches System 3 vergrößert wird in ein aufgeweitetes Bündel 4, das aber in gleicher Weise aus horizontalen und parallelen Strahlen gebildet ist.

Ein Prisma 5a mit einer Zurückstrahlungsfläche 5b, die gegenüber der Vertikalen um 45° geneigt ist, reflektiert das

horizontale Bündel 4 in ein erstes Bündel 6 parallelen Lichtes in vertikaler Richtung, welches eine Zone 7 beleuchtet, die die Zwischenfläche zwischen dem Umfangsbereich 8 des Tropfens 9 und der horizontalen Oberfläche 10 des Substrates 11 umgibt, welches entfernbar auf einem Stützelement bzw. einem Probenhalter 12 angeordnet ist.

In Übereinstimmung mit einer ersten Charakteristik der Erfindung kommen die Strahlen 14 des zweiten Bündels aus der Zwischenfläche zwischen dem Tropfen 9 und dem Substrat 11 hervor, die mit der Vertikalen einen Winkel von etwa 20° bilden, d.h. mit den Strahlen 6, und treffen auf ein Empfangselement 13a aus diffundierendem Reflektionsmaterial mit einer reflektierenden Fläche 13b. Insbesondere kann das Element 13a aus einer Schicht oder einem Blech aus Aluminium gebildet sein, das auf seiner Fläche 13b geweißt ist.

Das Element 13a hat vorteilhafterweise eine kegelstumpfförmige Form, wobei der Spitzenwinkel des Kegels dem Winkelfeld der Kamera C entspricht.

Aufgrund dieser reflektierenden Oberfläche 13b werden die Strahlen 14 des zweiten Bündels reflektiert als Strahlen 16. Die konische Oberfläche 13a ist mit einer Öffnung 13c zum Durchtretenlassen des Bündels 4 versehen.

Gemäß einer zweiten Charakteristik der Erfindung ist ein Spiegel 17 vorgesehen, der eine reflektierende Oberfläche für die Strahlen 16 bildet, die als Strahlen 18 zurückgeschickt werden, welche zum großen Teil auf die Kamera C treffen, insbesondere wenn der Spitzenwinkel des durch das Element 13a gebildeten Kegels mit dem Feld der Kamera übereinstimmt, wenn der Umfangsbereich der kleinen Basis des Kegelstumpfes die Kamera C umgibt und wenn der Umfangsbereich der großen Basis des Kegelstumpfes die durch den Spiegel 17 gebildete reflektierende Oberfläche umgibt.

Man sieht, daß aufgrund des Aufbaus der Vorrichtung nach Fig. 3 mit einer diffundierenden Reflektionsoberfläche 13b des konischen Elementes 13a einerseits und mit dem Spiegel 17 andererseits die Kamera C nach zwei Reflektionen einen großen Teil des zweiten Strahlenbündels 14 empfängt.

Um ohne Schwierigkeiten die Strahlen 4 und 18 durchtreten zu lassen, ist das Prisma 5a zum Zurückschicken von einem Dreibein 19 getragen.

An Stelle der von dem Laser 1, dem afokischen optischen System 3 und dem Prisma 5a zum Zurückschicken gebildeten Anordnung gemäß Fig. 3 kann man in einer in Fig. 4 dargestellten Variante einfach nur einen Diodenlaser 1a (mit nicht dargestellten Richtmitteln), einer kleinen Baugröße

vorsehen, der direkt auf dem Dreibein 19 befestigt ist, welches von drei metallischen Stangen gebildet ist. In diesem Falle muß das diffundierende konische Element 13a nicht mit einer Durchtrittsöffnung versehen sein.

Abgesehen von diesen Modifikationen ist das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 identisch mit demjenigen gemäß Fig. 3 und es sind deshalb dieselben Bezugszeichen, ausgehend vom Bezugszeichen 6, in Fig. 4 und Fig. 3 verwandt.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 wie bei derjenigen gemäß Fig. 3 empfängt die Kamera C, wie man leicht sieht, in der Eigenschaft als Strahlen 18 einen großen Teil der Strahlen 14 des zweiten Bündels nach der Reflektion, einerseits auf der reflektierenden Oberfläche 13b des Elementes 13a und andererseits auf dem Spiegel 17.

Ein anderes Problem, das sich bei der Anwendung des Verfahrens und der Vorrichtung nach dem vorzitierten Patent FR-A-2.574.180 stellt, ergibt sich aus der Diffusion, die auf der horizontalen oberen Oberfläche 10 des Stützelementes 11 entsteht, wenn dieses sehr diffundierend ist, wobei die Erstreckung des Beleuchtungsüberganges, welchen das zweite Bündel in Korrespondenz mit dem Umfangsbereich des Tropfens aufweist, dann sehr schwer zu beobachten ist.

Dieses Phänomen ist in Fig. 5 dargestellt, in welcher das erste Bündel 6 paralleler und vertikaler Strahlen dargestellt ist, welche auf die den Umfangsbereich 8 des Tropfens 9 umgebende Zone 7 und die ebene, horizontale obere Oberfläche 10 des Substrates 11 treffen. In dieser Figur ist gleichfalls ein Strahl 14 des zweiten Bündels dargestellt.

Das Phänomen der Diffusion auf der Oberfläche 10 des Substrates 11 ist durch parasitäre Strahlen 20a und 20b dargestellt, die aus der Reflektion von Strahlen 6 des ersten Bündels auf der Oberfläche 10 resultieren, so lange Strahlen 6 direkt auf diese Oberfläche 10 treffen, wie Strahlen 6, die den Tropfen 9 durchquert haben, von wo jeweils die parasitären Strahlen 20a und 20b resultieren.

Nach einer zusätzlichen Charakteristik der Erfindung vermeidet man diesen Nachteil, der sich ergibt, wenn das Substrat sehr diffundierend ist, durch Beleuchtung des Umfangsbereiches 8 des Tropfens durch ein ringförmiges Bündel, welches die parasitäre Diffusion begrenzt.

Dies ist in Fig. 6 dargestellt, in der das erste ringförmige Bündel durch extreme Strahlen 6a gezeigt ist, die im Bereich des Umfangs 8 des Tropfens 9 auf der Oberfläche 10

des Substrates 11 ankommen. Man findet einen Strahl 14 des zweiten Bündels wieder.

Jedoch sind keine Diffusionsstrahlen des Typs 20a und 20b der Fig. 5 dargestellt, aufgrund der Tatsache, daß diese praktisch nicht existent sind im Falle der Fig. 6, wenn man ein erstes ringförmiges Bündel 6a einsetzt.

In Fig. 7 ist eine Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die nicht nur die Verbesserungen gemäß Fig. 3, sondern gleichfalls das Schema gemäß Fig. 6 verwendet.

In dieser Ausführungsform emittiert ein Laser 1 ein Bündel 2 horizontaler und paralleler Strahlen kohärenten Lichtes, wie bei den Ausführungsformen der Fig. 1, 2 und 3.

Jedoch weist die Vorrichtung nach Fig. 7 kein afokisches optisches System (des Typs, welcher das Bezugszeichen 3 in den Figuren 1, 2 und 3 trägt) auf, aber eine dicke Platte 21 mit parallelen Flächen, die durch nicht dargestellte Mittel um ihre Rotationsachse 22 in Drehbewegung angetrieben wird, wobei sie im Verhältnis zu dieser Achse geneigt angeordnet ist. Die Platte 21 erzeugt während ihrer Rotationsbewegung um die Achse 22 ausgehend von einem Bündel 2 ein ringförmiges Bündel 4a (In Fig. 7 sind in durchgezogenen Linien existierende Strahlen, die bei einem gegebenen

Augenblick wirksam sind, und in unterbrochenen Linien die Strahlen dargestellt, die in einem anderen Augenblick im Laufe der Drehbewegung der Platte 21 erzeugt werden.).

Ein durchschnittlicher Strahl des ringförmigen Bündels 4a ergibt sich aus der Formel $R = e \cdot \cos R \cdot (n-1)/n$, wobei r den Neigungswinkel der Platte, e die Dicke derselben und n den Glasindex darstellt, welcher die Platte bildet und der z.B. etwa gleich 1,5 betragen kann. Durch Veränderung der Neigung der Platte 21 im Verhältnis zu ihrer Rotationsachse 22 ist es dann möglich, den Wert R zur Anpassung an die Abmessung des Flüssigkeitstropfens 9 zu regeln.

Das ringförmige Bündel 4a, das in einer horizontalen Achse liegt, wird, nachdem es die im konischen Element 13a ausgesparte Öffnung 13c durchdrungen hat, durch die Oberfläche 5b eines Prismas 5a zurückgeschickt, welches um 45° im Verhältnis zur Vertikalen geneigt ist, um ein erstes ringförmiges Bündel 6a mit vertikaler Achse zu bilden, welches auf die Kontaktzone des Tropfens 9 und des Substrates 11 trifft, wobei die Fig. 6 in vergrößertem Maßstab den Bereich der Fig. 7 zeigt, in welchem die Strahlen 6a auf dem Umfang des Tropfens 9 ankommen.

Wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 werden die Strahlen 6a reflektiert als Strahlen 14, dann durch die reflektie-

rende Oberfläche 13b als Strahlen 16 zurückgeschickt und schließlich durch den Spiegel 17 als Strahlen 18, die von der Kamera C eingefangen werden.

Es ist klar, daß mit der Ausführungsform nach Fig. 7 man eine universelle Vorrichtung verwirklicht, um den Kontaktwinkel eines Flüssigkeitstropfens auf einem horizontalen, festen oder flüssigen Substrat zu bestimmen, aufgrund der Tatsache, daß diese zufriedenstellende Ergebnisse sogar für sehr große Kontaktwinkel nahe an 45° und sogar mit einem diffundierenden Substrat erhält, aufgrund der Tatsache, daß die Kamera C einen großen Teil der Strahlen 18, die aus der Gesamtheit der brauchbaren Strahlen 14 des zweiten Bündels hervorgehen, sogar für einen erhöhten Kontaktwinkel, aber praktisch keine parasitären Strahlen (des Typs 20a, 20b der Fig. 5) empfängt, die durch Diffusion erzeugt werden könnten, wenn das Substrat sehr diffundierend ist.

EP 90 400 927.1-2204

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung des Kontaktwinkels eines Flüssigkeitstropfens (9) auf einem Substrat (11) für Kontaktwinkel kleiner als 45° , wobei rechtwinklig zum Substrat (11) ein erstes Bündel (6,6a) parallelen Lichtes zum Beleuchten einer Zone gerichtet wird, die die Zwischenfläche zwischen dem Umfang des Tropfens (9) und dem Substrat (11) einschließt, um die Zone des Beleuchtungsüberganges zu bestimmen, den ein zweites Bündel (14) darstellt, das aus der gegenseitigen Wirkung des ersten Bündels (6,6a) mit dem Tropfen (9) und dem Substrat (11) resultiert, auf wenigstens einer Empfangsoberfläche (13a,13b), die dieses Bündel (14) abfängt, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsoberfläche (13a,13b) eine diffundierende Reflektionsoberfläche ist, daß man eine reflektierende Oberfläche (17) vorsieht, die im Inneren der diffundierenden Empfangsoberfläche (13a,13b) angeordnet ist, um die aus der diffundierenden Empfangsoberfläche (13a,13b) austretenden Lichtstrahlen (16) zurückzuschicken, und daß die durch die reflektierende Oberfläche (17) reflektierten Strahlen in einer Kamera (C) gesammelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß das erste Bündel (6,6a) ringförmig ist.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Stützelement (12) zur horizontalen Halterung eines Substrates (11), auf dem ein Flüssigkeitstropfen (9) angeordnet ist, mit einer mit optischen Mitteln (3,5a,5b;1,21,5a,5b) verbundenen Lichtquelle (1;1a) zur Bildung eines von der Lichtquelle ausgehenden ersten Bündels (6;6a) parallelen Lichtes, welches rechtwinklig auf das Substrat (11) gerichtet wird, mit wenigstens einer Empfangsoberfläche (13a,13b), die das Substrat (11) zum Auffangen des rückwärts gerichteten zweiten Bündels (14) umgibt, das durch die gegenseitige Wirkung des ersten Bündels (6,6a) mit dem Tropfen (9) und dem Substrat (11) erzeugt wird,
- dadurch gekennzeichnet,
- daß die Empfangsoberfläche (13a,13b) von einer diffundierenden Reflektionsoberfläche gebildet ist, daß man eine reflektierende Oberfläche (17) im Inneren der diffundierenden Empfangsoberfläche (13,13b) zum Reflektieren des Bündels von Strahlen (16), die durch die diffundierende Empfangsoberfläche (13a,13b) zurückgeschickt werden, anordnet und daß diese eine Kamera (C) aufweist, die zur Sammlung der durch die reflektierende Oberfläche (17) reflektierten Strahlen (18) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die diffundierende Empfangsoberfläche (13a,13b) die Form eines hohlen Kegelstumpfes hat, dessen Umfang der kleinen Basis die Kamera (C) umgibt und dessen Umfang der großen Basis die reflektierende Oberfläche (17) umgibt, wobei der Spitzenwinkel dem Winkelfeld der Kamera (C) entspricht.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß diese Mittel (21) zur Umwandlung des aus der Lichtquelle (1) emittierten Lichtbündels in ein ringförmiges Lichtbündel aufweist, welches zum gleichfalls ringförmigen ersten Bündel (6a) wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Mittel zur Umwandlung des von der Lichtquelle (1) emittierten Lichtbündels in ein ringförmiges Lichtbündel eine Platte mit parallelen Flächen (21), deren Neigung im Verhältnis zu einer Rotationsachse (22) veränderbar ist, wobei diese Achse (22) parallel zur Richtung der Strahlen des Lichtbündels (2) ist, welches die Platte mit den paral-

lenen Flächen (21) beim Heraustreten aus der Lichtquelle (1) empfängt und Mittel zum Bewirken einer Drehbewegung der Platte mit parallelen Flächen (21) um ihre Rotationsachse (22) aufweisen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die diffundierende Empfangsoberfläche (13a, 13b) aus ge-
weißtem Aluminium besteht.
-

FIG.1.

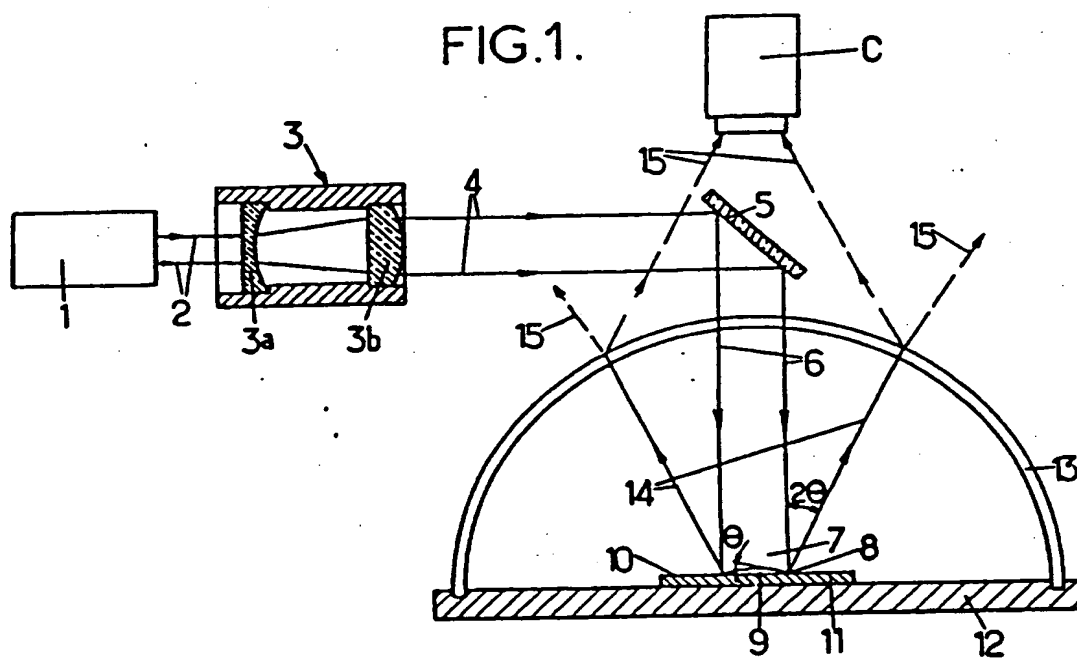


FIG.2.

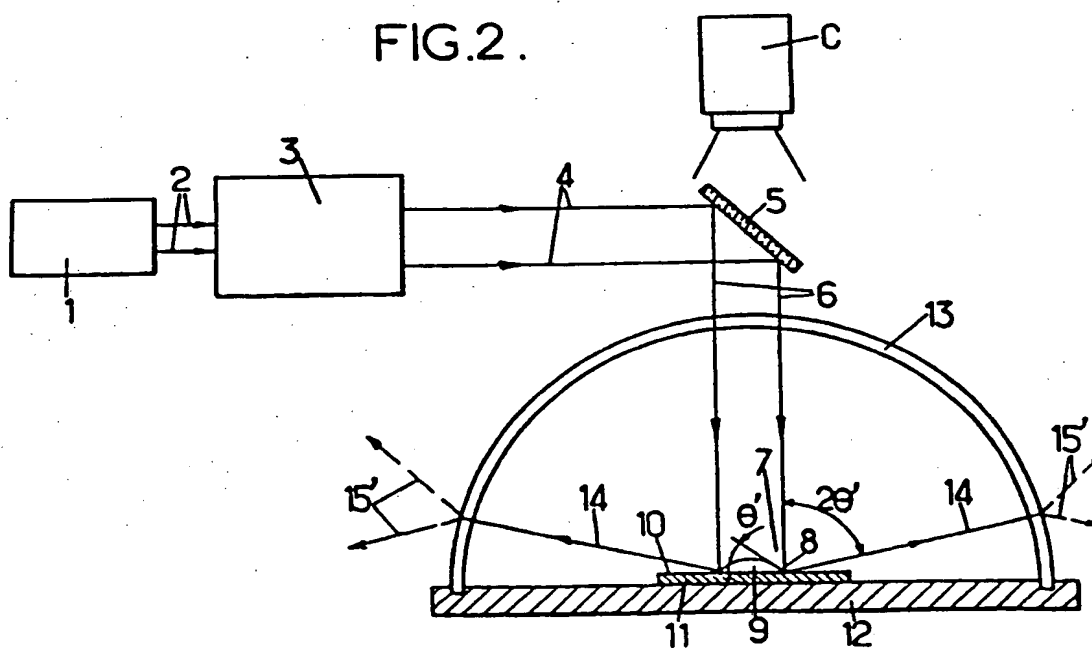


FIG.3.

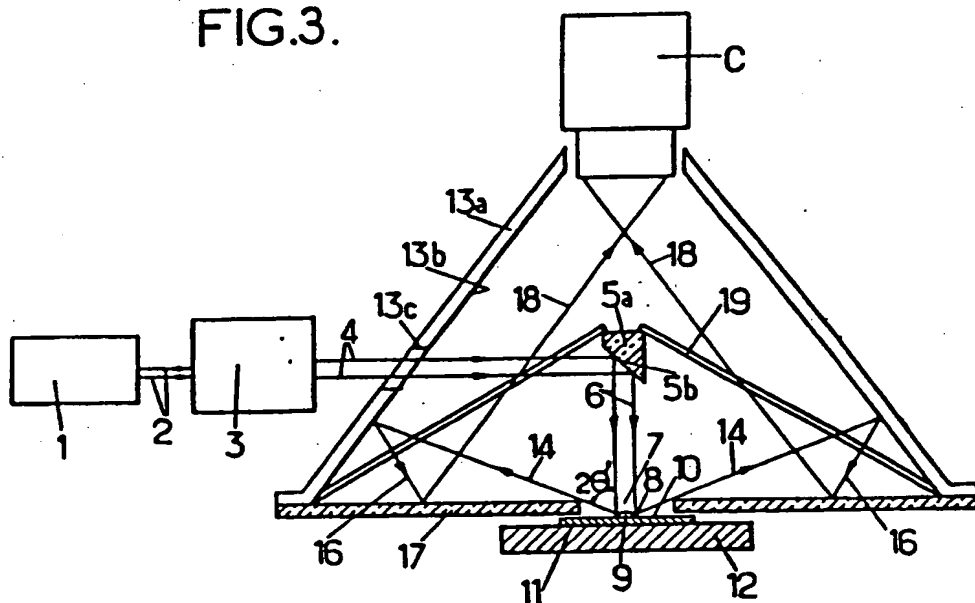


FIG.4.

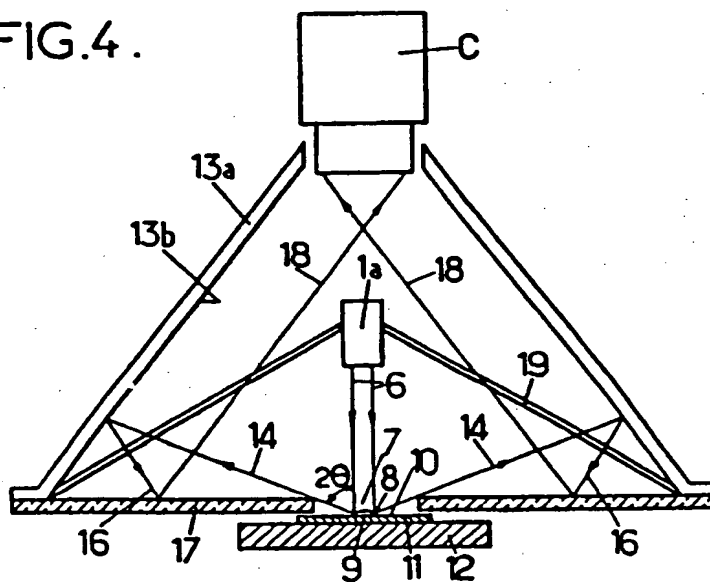


FIG.5.

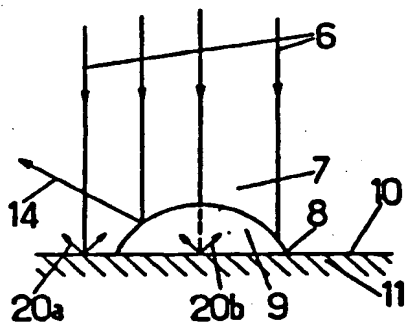


FIG.6.

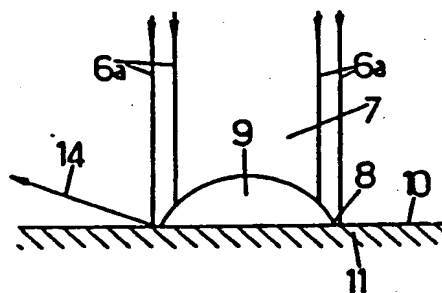


FIG.7.

